(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

УДК: 622.23.05:531.1 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЯ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КЫЗИЛКУМСКОГО РЕГИОНА

Курбонов Ойбек Мухамматкулович

Доцент (PhD), Докторант (DSc) Навоийского государственного горно-технологического университета, Навоий, Узбекистан
E-mail: oybek7001@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-7699-0520

Атакулов Лазизжон Неъматович

Профессор (DSc), Заведующий кафедры «Горная электромеханика» Навоийского государственного горно-технологического университета, Навоий, Узбекистан
E-mail: Laziz218@mail.ru
ORCID ID: 0000-0002-3561-8850

Сафарова Мафтуна Давроновна

Докторант (PhD) Навоийского государственного горно-технологического университета, Навоий, Узбекистан

Аннотация. *В статье представлен анализ технологических методов, направленных на исследование последствий пескопроявлений в скважинах на регионе Кызылкум. Рассмотрены основные причины пескопроявлений и их влияние на работу насосов, включая повреждение рабочих органов, снижение напорных характеристик и увеличение частоты ремонтов.*

Ключевые слова: *пескопроявление, насосное оборудование, интенсивность выноса песка из пласта, методы снижения пескопроявлений в скважинах, износ оборудования, оптимизация работы насосов.*

QUM NAMOYON BO‘LISHINING QIZILQUM MINTAQASI SHAROITIDA NASOS USKUNALARINING ISH REJIMLARIGA TA’SIRINI O‘RGANISH

Qurbonov Oybek Muxammatqulovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti (PhD), doktoranti (DSc), Navoiy, O‘zbekiston

Ataqulov Lazizjon Ne’matovich

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Konchilik elektromexanikasi” kafedrasi professori (DSc), mudiri, Navoiy, O‘zbekiston

Safarova Maftuna Davronovna

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti (PhD), Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Maqolada Qizilqum mintaqasidagi quduqlarda qum namoyonlarining oqibatlarini o‘rganishga qaratilgan texnologik usullarning tahlili keltirilgan. Qum paydo bo‘lishining asosiy sabablari va ularning nasoslar ishiga ta’siri, jumladan ishchi organlarning shikastlanishi, bosim xususiyatlarining pasayishi va ta’mirlash chastotasining oshishi ko‘rib chiqilgan.*

Kalit so‘zlar. *qum namoyon bo‘lishi, nasos uskunalari, qatlamdan qumni olib chiqish jadalligi, skvajinalarda qum namoyon bo‘lishini kamaytirish usullari, uskunalarning eskirishi, nasoslar ishini optimallashtirish.*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

STUDY OF THE INFLUENCE OF SAND MANIFESTATION ON THE OPERATING MODES OF PUMPING EQUIPMENT IN THE CONDITIONS OF THE KYZYLKUM REGION

Qurbonov Oybek Muxammatkulovich
Associate Professor (PhD), Doctoral Student (DSc) of Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan

Atakulov Lazizjon Ne'matovich
Professor (DSc), Head of the Department of "Mining Electromechanics" of the Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan

Safarova Maftuna Davronovna
Doctoral student (PhD) of Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *The article presents an analysis of technological methods aimed at studying the consequences of sand manifestations in wells in the Kyzylkum region. The main causes of sand manifestations and their impact on pump operation, including damage to working parts, decrease in pressure characteristics, and increase in repair frequency, are considered.*

Keywords: *sand manifestation, pumping equipment, sand removal intensity from the reservoir, methods for reducing sand manifestations in wells, equipment wear, pump operation optimization.*

Введение. Пескопроявления являются одной из основных проблем при эксплуатационных скважин, так как оно приводит к ускоренному износу насосного оборудования, снижению производительности и увеличению эксплуатационных затрат.

Анализ научных работ, связанных с исследованием и разработкой техники и технологии разработки в условиях скважин с неустойчивыми породами, позволяет классифицировать причин разрушения скважины и выноса песка на три основные группы, исходя из условий возникновения: геологические (особенности залегания пласта-скважина, литология), технологические (условия вскрытия пластов и эксплуатации скважин) и технические (конструкция забоя).

Материалы и Методы. Для дальнейшей оценки степени влияния осложнений нами произведено систематизация причины и последствия песка, как основного фактора в условиях разработки ураносодержащих руд Кызылкумского региона, которая отражена на рис.1.

На завершающей стадии эксплуатации месторождений вопрос о выборе рационального технологического решения напрямую зависит от экономических показателей. В условиях пескопроявления критерий экономической целесообразности технологий должен учитывать всю гамму последствий применяемых решений.

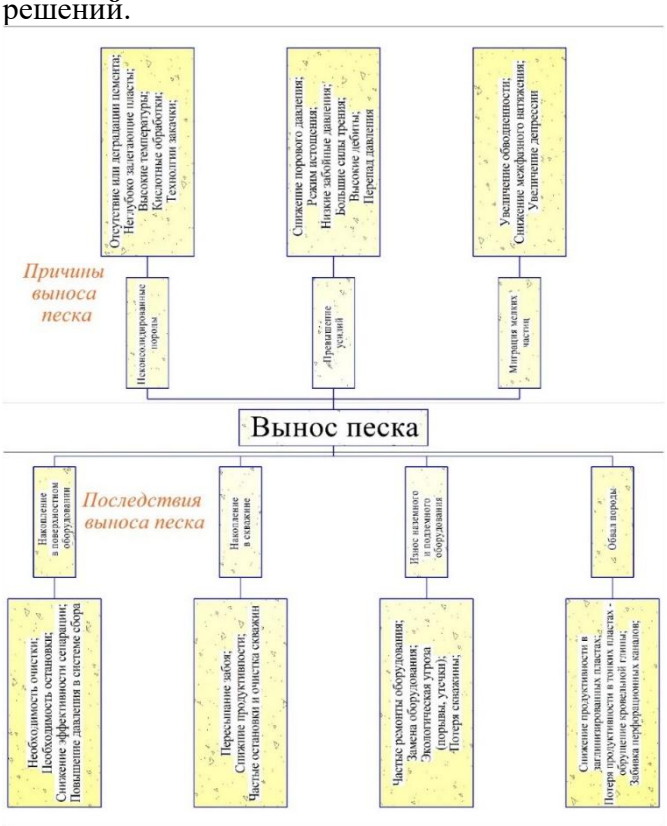

Рис.1. Принципиальная схема причины и последствия выноса песка.

Анализируя данные приведённые в научных источниках и статьях и опыта эксплуатации основной части скважин Кызылкумского региона, по влиянию механических примесей на работу насосной установки, можно сделать

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

вывод что, на геотехнологических скважинах работа осложнена большим выносом механических примесей, что составляет около 74% от общего объёма осложнений (рис.2). Это скважины с содержанием песка в продуктивных растворах более 100 мг/л.

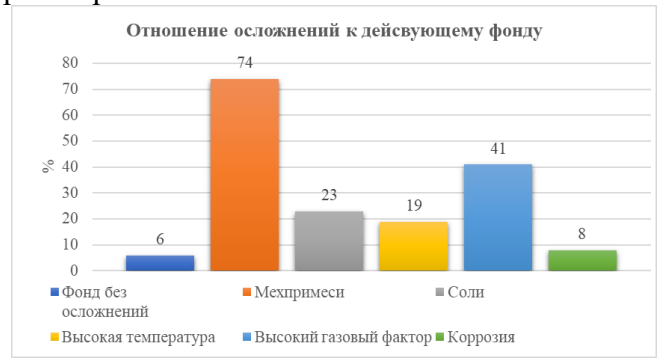

Рис.2. Распределение осложнённости скважин с установками электроцентробежных насосов на рудниках ПВ.

При этом в общем числе механических примесей определение доли частиц сыграет важную роль. Анализируя приведённых данных исследований авторов по дифракционному анализу механических примесей, по методике Бондаренко В. А. можно определить распределение их по классам частиц, которое представлено на рис.3.

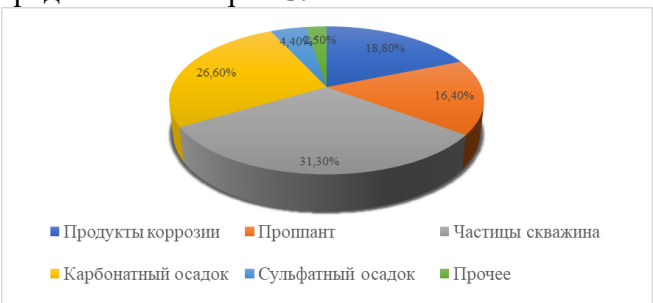

Рис.3. Распределение механических примесей по классам частиц по пробам продуктивных растворов по результатам дифракционного анализа.

По данным автора Бондаренко В.А. по изучение микрофотографий механических примесей, полученных при разборке насосных установок и их гранулометрические исследованиями установлено, что размеры основной части их составляют от 0,11 до 0,19 мм (53%), около 30% достигают в размерах 0,20 мм и более, а в 17% случаев размеры частиц не достигают и 0,1 мм.

На работу погружного электро центробежного насосного установки (ПЭЦНУ) влияет достаточно большое количество факторов: начиная от процессов, которые проходят в самом пласте до конструкции скважины.

Давление песка в затрубном пространстве можно представить, как разницу давлений на приёме погружного насоса и столба пластовой жидкости над приёмом насоса. Поэтому, значение давления на приёме погружного насоса играет особую актуальность. На практике при эксплуатации скважин, оборудованных ПЭЦНУ, величина давления на приёме ПЭЦНУ всегда меньше величины давления насыщения, что заранее предопределяет работу погружного насоса с определённым количеством песка.

К основным параметрам, влияющим на работу ПЭЦНУ при повышенном песковом и газовом факторе следует также отнести объемную долю песка и газа, определяющую структуру потока песко-газожидкостной смеси (ПГЖС) и размеры песка и пузырьков; давление (чем давление выше, тем меньше разность плотностей продуктивного раствора, песка, газа и жидкости); поверхностное натяжение (его увеличение препятствует образованию больших пузырей, поэтому на воде ПЭЦНУ с песком и газом работает хуже).

Величина песко-газосодержания у входа в насос представляет собой отношение расхода песка и газа к подаче смеси:

$$ПГ = \frac{Q_{пг}}{Q_{пг} + Q_{ж}}$$

где $Q_{пг}$- расход песка и свободного газа, поступающего в насос, м^3/сут;

$Q_{ж}$ - подача жидкости насосом в тех же условиях, м^3/сут;

Поскольку пескоотделение и разгазирование возникает при P_1=$P_{нас}$, что соответствует режиму неустойчивой работы насоса, число устойчивости при этом определяется по формуле:

$$P_1 = \sigma\Delta\rho + P_{нас}$$

где Δρ - скоростной напор первой ступени (перепад давления после и до первой ступени насоса).

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

Уравнение при соответствующих коэффициентах безопасности характеризует условие устойчивой работы ПЭЦНУ при пескоотделения и разгазировании. Тогда при работе с давлением на приеме выше давленая насыщения растворенный газ будет выделяться только выше насоса.

На рис.4. представлены общие установленные зависимости коэффициентов напора ($К_Н$), К.П.Д ($К_\eta$) и мощности ($К_N$) в функции величины песко-газосодержания.

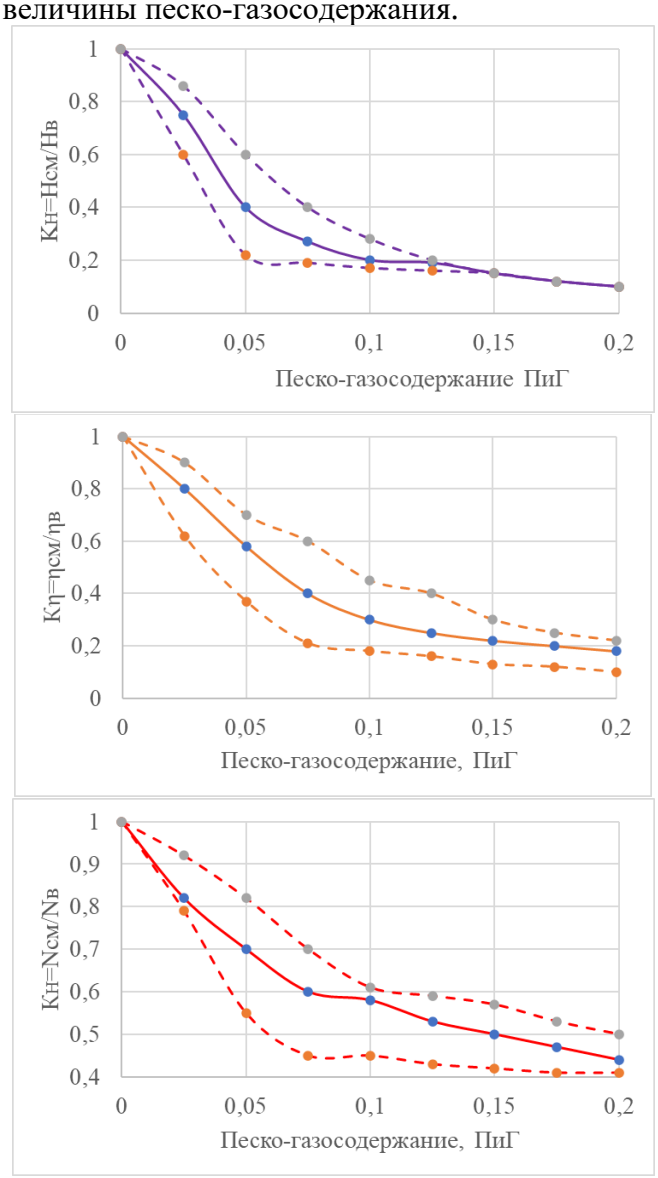

Рис.4. Общие зависимости значений $К_Н$(а), $К_\eta$(б) и $К_N$(в) от функции песко-газосодержания.

Таким образом, из вышесказанных можно сделать вывод о том, что не решена в полной мере задача рациональной работоспособности ПЭЦНУ в скважинах с высоким пескопроявлением и газовым фактором, так как экспериментальные исследования проводились в области малых песко-газосодержаний (0,01-0,1); предложенные методы применимы только для погружных ПЭЦНУ, работающих с числом оборотов в минуту 2800-2900.

Результаты обсуждения. При вопросе идентификации рассмотрим взаимодействие закачной скважине и откачной скважины в котором составе откачиваемого раствора имеющий газо-твёрдые частицы. В закачной скважине основной переменной, определяющей ее работу, является уровень выщеелачивающего раствора. В откачной скважине определяющей технологической переменной является перепад напора, создаваемым погружным насосом.

Закачная скважина (рис.5а) предназначена для закачки в продуктивные пласты (1) выщеелачивающих растворов через фильтр (2), способные растворят содержащие уран минералы, которые используются для поддержания пластового давления и регулирования темпов отбора полезных ископаемых. Основной технологической переменной процесса, которая позволила бы решить часть задач по качественному управлению ПВ, является непрерывный контроль динамического уровня в закачных скважинах осуществляемые с помощью гидростатического уровномера (3). В устье скважины монтируется электроклапан (5) для регулирования расхода и расходомер (4) для непрерывного измерения расхода вышелачивающего раствора. Обработка измеренных параметров и управление электроклапаном осуществляются вычислительным устройством или контроллером (б).

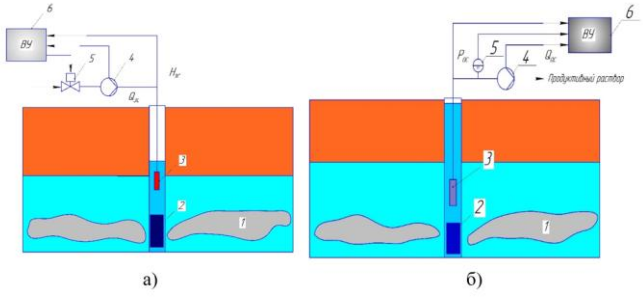

Рис.5. Функциональная схема контроля параметров закачных (а) и откачных скважин (б).

Для определения изменения расходно-на-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

порных характеристик насосного оборудования при пекопроявлении в скважине используем формулу, которая является математической моделью изменения мощности насоса.

Полезная мощность насоса – это мощность, развиваемая насосом для передачи энергии жидкости, вышедшей через его напорный патрубок, без учета потерь энергии. Если насос подает **Q**, м3/с, жидкости с плотностью **ρ**, кг/м3, и сообщает ей напор **H,** м, то его секундная работа, или полезная мощность **Nп**, Вт, будет

Nп = ρgQH

где g – ускорение свободного падения. Приняв g = 9,81 м/с^2 и разделив правую часть уравнения на 1000, после сокращения получим формулу полезной мощности насоса в киловаттах, кВт:

Nп,= $\frac{\rho QH}{102}$

где ρ – плотность жидкости, кг/м3; Q – подача насоса, м^3/с; H – полный напор насоса, м; число 102 в данной формуле является коэффициентом преобразования единиц измерения

(1 кВт= 1000Н×1м/с; 1Н= 0.10197кгс —› 1000Н=101.97кгс≈ 102;

1 кВт= 102кгс×1м/с)

Потребляемая или эффективная мощность, *Nв* кВт, (иногда называют мощностью на валу) Nв больше полезной мощности на величину потерь мощности в самом насосе, которые характеризуются полным КПД насоса η.

Nв = $\frac{\rho QH}{102\,\eta}$

Полный ***КПД*** насоса η характеризует его экономичность и означает отношение полезной мощности насоса Nп к эффективной Nв, т. е.

$\eta = \frac{N_n}{N_b}$;

Значение η обычно приводится в заводском паспорте насоса. Полный КПД современных крупных центробежных насосов достигает 0,92, а мелких – до 0,5…0,6.

На рис.6 отражены полученные результаты исследований путём математических расчётов с помощью вышеуказанных формул и зависимости изменения величины мощности от подачи насоса.

Исходя из результатов исследования и анализа зависимости изменение потребляемой мощности насосного оборудование на рудном залеже при содержание твёрдых частиц и от уровня раствора в закачных скважинах можно выбрать такой расход $Q_{зс}$ который обеспечивает максимум перепад на рудном залеже и уменьшение долю твёрдых частиц в его содержание.

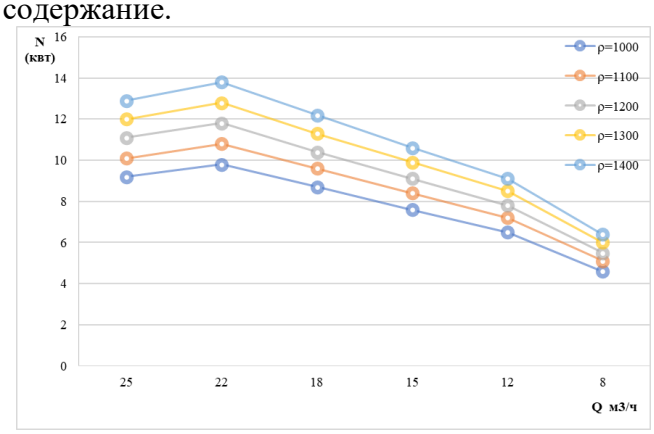

Рис.6. Зависимость изменение расходно-напорной характеристики скважинного насоса марки URN 6 25/14 от плотности жидкости.

Вывод. Подводя итог по уровневой системы управления режимом работы «скважина – рудная залежь - насосная скважина», реализуются по градиентам изменение потребляемой мощности насосного оборудования в рудном залежи и максимизации концентрации урана на откачной скважине, а алгоритмом анализа качества процесса подземного выщелачивания и принимаются решения по распределению нагрузок по выщелачивающим растворам и получению продуктивных растворов, применению нестационарных режимов работы откачных насосов, а также повышение эффективности процесса подземного выщелачивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачев. П.В. «Насосы и насосные станции» М. строиздат.2000.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

2. Быстрицкий Г. Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий. - 2-е издание., стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2005. - 304 с.
3. M. Bogdevicius, J. Januteniene, R. Didziokas, S. Razmas, V. Skrickij, P. Bogdevicius. Investigation of the hydrodynamic processes of a centrifugal pump in a geothermal system. Transport. Lithuania. 2018. Volume 33 (1). – P. 223-230.
4. Atakulov L.N., Kurbonov O. M. Исследование по повышению работоспособности насосного оборудования // Journal of Advances in Engineering Technology. Vol.1(1). 2020/ - 21-24 p.p.
5. Makhmudov A., Kurbonov O. M., Safarova M. D. Research of the pressure characteristics of the centrifugal water drainage plant of the WCP 25-60G brand // Australian Journal of Science and Technology. – Australia, June 2020. – Vol. 4. – Issue 2. – pp. 279-282 (23. Scientific Journal Impact Factor. Импакт-фактор 5,99).
6. Махмудов А.М., Курбонов О.М. The method and arrangement to increase the efficiency and utilization of submersible pumping equipment // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2021. – №1. – С. 4-7 (05.00.00. №7).